

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-217676

(43)Date of publication of application : 02.08.2002

(51)Int.CI. H03H 9/54  
H03H 9/17  
H03H 9/205

(21)Application number : 2001-008515

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 17.01.2001

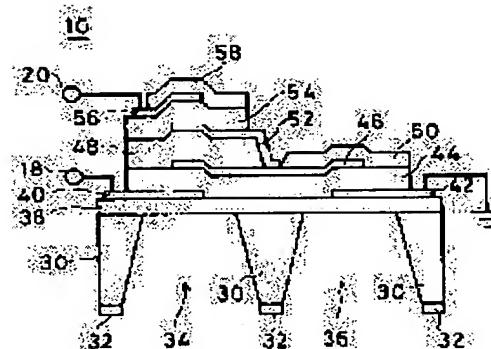
(72)Inventor : SHIBATA AKIHIKO  
TAKEUCHI MASAKI

## (54) PIEZOELECTRIC FILTER

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a piezoelectric filter which can be miniaturized even when the step number of its ladder circuit is increased.

SOLUTION: The piezoelectric filter 10 includes a substrate 30 having holes 34, 36. On a dielectric layer 38 formed on the substrate 30, electrodes 40, 42 and a first piezoelectric-substance layer 44 are formed. An electrode 46 is so formed on the first piezoelectric-substance layer 44 as to oppose it to the electrodes 40, 42. On the first piezoelectric-substance layer 44 and the electrode 46, dielectric layers 48, 50 are formed. In the positions opposed to the hole 34, an electrode 52, a second piezoelectric-substance layer 54, an electrode 56, and a dielectric layer 58 are formed successively on the dielectric layer 48. Above the hole 34, the piezoelectric resonators including the stacked first and second piezoelectric-substance layers 44, 54 so form the series-connection side of a T-type ladder circuit, and the piezoelectric resonator including the first piezoelectric-substance layer 44 which is formed above the hole 36 so forms the parallel-connection side of the T-type ladder circuit as to configure the piezoelectric filter including the T-type ladder circuit.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-217676

(P2002-217676A)

(43) 公開日 平成14年8月2日 (2002.8.2)

(51) Int. C1. 7

H 03 H 9/54  
9/17  
9/205

識別記号

F I

H 03 H 9/54  
9/17  
9/205

テマコード (参考)

A 5J108  
F

審査請求 未請求 請求項の数 8

○ L

(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-8515 (P2001-8515)

(22) 出願日 平成13年1月17日 (2001. 1. 17)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 柴田 明彦

京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 竹内 雅樹

京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(74) 代理人 100079577

弁理士 岡田 全啓

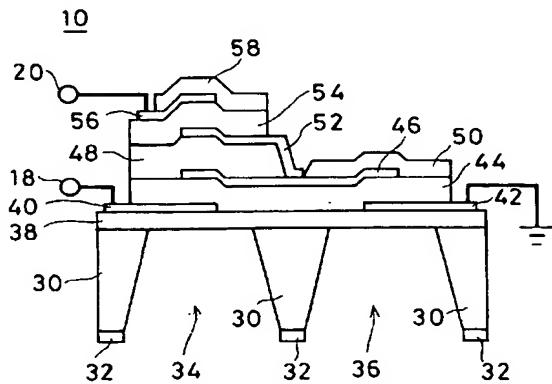
F ターム (参考) 5J108 AA07 BB04 BB07 CC01 DD01  
DD02 DD06 DD07 DD08 FF02  
FF04 JJ01

(54) 【発明の名称】圧電フィルタ

(57) 【要約】

【課題】 ラダー回路の段数が多くなっても小型とすることができる圧電フィルタを得る。

【解決手段】 圧電フィルタ 10 は、孔 34, 36 を有する基板 30 を含む。基板 30 上に形成された誘電体層 38 上に、電極 40, 42 および第 1 の圧電体層 44 を形成する。第 1 の圧電体層 44 上に電極 46 を形成し、電極 40, 42 に対向させる。第 1 の圧電体層 44 および電極 46 上に誘電体層 48, 50 を形成する。孔 34 に対応する位置において、誘電体層 48 上に、電極 52, 第 2 の圧電体層 54、電極 56、誘電体層 58 を順次形成する。孔 34 上において積み重ねられた第 1 の圧電体層 44 と第 2 の圧電体層 54 を含む圧電共振子が直列接続され、孔 36 上に形成された第 1 の圧電体層 44 を含む圧電共振子が並列接続されて、T型ラダー回路を有する圧電フィルタが形成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 厚み縦振動または厚みすべり振動を利用した複数の圧電共振子をラダー型に接続した圧電フィルタであって、

それぞれの前記圧電共振子は圧電体の両面に電極が形成された構造を有し、複数の前記圧電共振子の一部が、厚み方向に少なくとも2組以上積み重ねられた構造を有する、圧電フィルタ。

【請求項2】 前記圧電共振子のラダー回路を継続接続して形成される圧電フィルタであって、前記ラダー回路を構成する前記圧電共振子のうち、直列側の前記圧電共振子の少なくとも2つ以上が積み重ねられた構造を有する、請求項1に記載の圧電フィルタ。

【請求項3】 前記圧電共振子のラダー回路を継続接続して形成される圧電フィルタであって、前記ラダー回路を構成する前記圧電共振子のうち、並列側の前記圧電共振子の少なくとも2つ以上が積み重ねられた構造を有する、請求項1に記載の圧電フィルタ。

【請求項4】 前記ラダー回路を構成する前記圧電共振子のうち、直列側の前記圧電共振子の少なくとも1つ以上が複数の共振子の組合せで構成され、その共振子の少なくとも2つ以上が積み重ねられた、請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の圧電フィルタ。

【請求項5】 前記ラダー回路を構成する前記圧電共振子のうち、並列側の前記圧電共振子の少なくとも1つ以上が複数の共振子の組合せで構成され、その共振子の少なくとも2つ以上が積み重ねられた、請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の圧電フィルタ。

【請求項6】 前記圧電共振子は厚み縦振動または厚みすべり振動の高次モードを使用した圧電共振子であり、前記圧電体が振動の節の位置を含むように配置された、請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の圧電フィルタ。

【請求項7】 前記圧電共振子は厚み縦振動または厚みすべり振動のn次モード（nは自然数）を利用した圧電共振子であり、前記圧電体を介して対向する前記電極の平面形状が円形または円形を内包する任意の形状であって、前記円形の半径をr、前記電極の対向部における前記圧電体の厚みをtとしたとき、前記半径rが、 $r \geq 20t/n$ の範囲にあることを特徴とする、請求項1ないし請求項6のいずれかに記載の圧電フィルタ。

【請求項8】 それぞれの前記圧電共振子を構成する複数の共振子の少なくとも2つ以上の共振周波数がわずかに異なっていることを特徴とする、請求項4または請求項5に記載の圧電フィルタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、圧電フィルタに関し、特に、たとえば複数の圧電共振子をラダー型に接続した圧電フィルタに関する。

【従来の技術】圧電共振子を用いて圧電フィルタ1を形成する場合、図10に示すように、複数の圧電共振子2が直列および並列にラダー型に接続される。この場合、複数の圧電共振子2は、図11に示すように、1つの基板3上に個別に形成されている。つまり、基板3上に誘電体層4が形成され、誘電体層4上に複数の電極5が形成される。そして、これらの電極5上に圧電体層6が形成され、さらに圧電体層6上に別の電極7が形成される。そして、電極7上に誘電体層8が形成され、基板2上に複数の圧電共振子2が形成される。これらの圧電共振子2が、図10に示すようにラダー型に接続され、圧電フィルタ1が構成される。

## 【0002】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような圧電共振子を用いて圧電フィルタを形成した場合、圧電フィルタを構成する数の圧電共振子を基板上に形成する必要がある。そのため、ラダー回路の段数が増加するほど、素子が大型化するという問題があった。

【0004】それゆえに、この発明の主たる目的は、ラダー回路の段数が多くなっても小型とすることができる圧電フィルタを提供することである。

## 【0003】

【課題を解決するための手段】この発明は、厚み縦振動または厚みすべり振動を利用した複数の圧電共振子をラダー型に接続した圧電フィルタであって、それぞれの圧電共振子は圧電体の両面に電極が形成された構造を有し、複数の圧電共振子の一部が、厚み方向に少なくとも2組以上積み重ねられた構造を有する、圧電フィルタである。このような圧電フィルタにおいて、圧電共振子のラダー回路を継続接続して形成される圧電フィルタであって、ラダー回路を構成する圧電共振子のうち、直列側の圧電共振子の少なくとも2つ以上が積み重ねられた構造とができる。また、圧電共振子のラダー回路を継続接続して形成される圧電フィルタであって、ラダー回路を構成する圧電共振子のうち、並列側の圧電共振子の少なくとも2つ以上が積み重ねられた構造としてもよい。さらに、ラダー回路を構成する圧電共振子のうち、直列側の圧電共振子の少なくとも1つ以上が複数の共振子の組合せで構成され、その共振子の少なくとも2つ以上が積み重ねられた構造としてもよい。

また、ラダー回路を構成する圧電共振子のうち、並列側の圧電共振子の少なくとも1つ以上が複数の共振子の組合せで構成され、その共振子の少なくとも2つ以上が積み重ねられた構造としてもよい。さらに、こののような圧電フィルタにおいて、圧電共振子は厚み縦振動または厚みすべり振動の高次モードを使用した圧電共振子であり、圧電体が振動の節の位置を含むように配置されることが好ましい。また、こののような圧電フィルタにおいて、圧電共振子は厚み縦振動または厚みすべり振動のn次モード（n

は自然数）を利用した圧電共振子であり、圧電体が振動の節の位置を含むように配置されることが好ましい。また、こののような圧電フィルタにおいて、圧電共振子は厚み縦振動または厚みすべり振動のn次モード（n

は自然数)を利用した圧電共振子であり、圧電体を介して対向する電極の平面形状が円形または円形を内包する任意の形状であって、円形の半径を  $r$ 、電極の対向部における圧電体の厚みを  $t$  としたとき、半径  $r$  が、 $r \geq 20t/n$  の範囲にあることが好ましい。さらに、複数の共振子で直列側の圧電共振子や並列側の圧電共振子を構成した圧電フィルタにおいて、それぞれの圧電共振子を構成する複数の共振子の少なくとも2つ以上の共振周波数がわずかに異なるようにしてもよい。

【0006】2組以上の圧電共振子を厚み方向に積み重ねることにより、全ての圧電共振子を平面上に個別に配置する場合に比べて、基板の平面的な大きさを小さくすることができる。たとえば、T型ラダーハイウェイを縦続接続した圧電フィルタでは、T型ラダーハイウェイを構成する圧電共振子のうち、直列側の圧電共振子が積み重ねられる。また、π型ラダーハイウェイを縦続接続した圧電フィルタでは、π型ラダーハイウェイを構成する圧電共振子のうち、並列側の圧電共振子が積み重ねられる。さらに、T型ラダーハイウェイやπ型ラダーハイウェイにおいて、直列側の圧電共振子や並列側の圧電共振子の少なくとも1つ以上を複数の共振子で構成することができ、その場合、その共振子の少なくとも2つ以上を積み重ねて形成することができる。圧電共振子として、厚み縦振動または厚みすべり振動の高次モードを使用したものを用い、圧電体を振動の節の位置を含むように配置することにより、共振により生じる振動の影響を小さくすることができ、良好な特性を有する圧電フィルタを得ることができる。圧電体の両面に対向電極を形成した圧電共振子では、インピーダンスの周波数特性において、円形の電極の半径を  $r$ 、電極対向部の圧電体の厚みを  $t$  としたとき、 $r/t$  が小さくなるほど主振動とスプリアス振動とが離れていく、 $r/t$  が大きくなるほどスプリアス振動が主振動に接近することがわかっている。そこで、電極径を十分に大きくすることにより、主振動の近傍にスプリアス振動を集中させることにより、主振動の周波数において確実に共振させようとするものである。このとき、 $n$  次モードの振動を用いる場合、 $r \geq 20t/n$  の範囲とすることにより、主振動の周波数において確実に共振させることができる。なお、直列側の圧電共振子や並列側の圧電共振子のそれを複数の共振子で構成した場合、それらの共振子の共振周波数がわずかに異なるようにしてもよい。

【0007】この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の発明の実施の形態の詳細な説明から一層明らかとなろう。

#### 【0008】

【発明の実施の形態】図1は、この発明の圧電フィルタの一例を示す回路図である。圧電フィルタ10は、直列接続された2つの圧電共振子12、14を含む。これらの圧電共振子12、14の接続部は、別の圧電共振子16を介して接地される。そして、圧電共振子12が入力

端18に接続され、圧電共振子16が出力端20に接続されて、T型の圧電フィルタ10が構成される。

【0009】このような圧電フィルタ10は、図2に示すように、たとえば{100}Si基板30を含む。基板30の一方には誘電体層32が形成され、誘電体層32および基板30に孔34、36が形成される。さらに、基板30の他方面の全面には、孔34、36を覆うようにして誘電体層38が形成される。

【0010】誘電体層38上には、2つの電極40、42が形成される。一方の電極40は、基板30の一端側から孔34上に延びるように形成される。また、他方の電極42は、基板30の他端側から孔36上に延びるように形成される。これらの電極40、42および誘電体層38の上には、第1の圧電体層44が形成される。第1の圧電体層44は、孔34、36上を覆うように形成される。

【0011】第1の圧電体層44上には、電極46が形成される。電極46は、孔34、36の中央部に対応する位置を結ぶように形成される。したがって、孔34の中央部に対応する位置において、第1の圧電体層44を挟んで電極40、46が対向するように形成される。また、孔36の中央部に対応する位置において、第1の圧電体層44を挟んで電極42、46が対向するように形成される。

【0012】さらに、孔34上において、第1の圧電体層44および電極46の上に誘電体層48が形成される。また、孔36上において、第1の圧電体層44および電極46の上に誘電体層50が形成される。誘電体層48上には、電極52が形成され、この電極52が誘電体層48、50の間において電極46に接続される。

【0013】電極52上には、第2の圧電体層54が形成される。さらに、第2の圧電体層54上には、電極56が形成される。そして、孔34の中央部に対応する位置において、第2の圧電体層54を挟んで電極52、56が対向するように形成される。また、電極56上には、誘電体層58が形成される。

【0014】誘電体層32、38、48、50、58の材料としては、たとえばSiO<sub>2</sub>、SiN、バイレックス(登録商標)、アルミナなどが用いられる。また、圧電体層44、54の材料としては、たとえばZnO、AlN、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛などが用いられる。また、電極40、42、46、52、56の材料としては、たとえばAl、Au、Ag、Cuなどが用いられる。孔34、36は、たとえば基板30の一部を異方性エッチングやRIEなどの方法で除去することにより形成される。このようにして、孔34、36上には、ダイアフラム構造の圧電共振子が形成され、電極対向部が振動部となって、振動部の厚みに対応した共振周波数で振動する。

【0015】この圧電フィルタ10では、電極40が入

力端18として用いられ、電極56が出力端20として用いられ、電極42が接地用として用いられる。このような構造とすることにより、図1に示すようなT型の圧電フィルタ10が形成される。図2に示す構造の圧電フィルタ10では、T型回路の直列接続された圧電共振子12, 14が、孔34上に積み重ねられるように形成される。

【0016】従来のダイアフラム型の圧電共振子を用いて図1に示すような圧電フィルタを形成する場合、基板に3つの孔を形成し、それぞれの孔の上に圧電共振子が形成されてラダー型に接続されていた。それに対して、この圧電フィルタ10では、直列接続された圧電共振子12, 14が積み重ねられるように形成されているため、2つの孔34, 36の上に3つの圧電共振子12, 14, 16を形成することができる。そのため、従来の圧電フィルタに比べて、2/3のチップサイズとすることができる。

【0017】このような構造の圧電フィルタ10の場合、厚み縦振動もしくは厚みすべり振動が使用され、第1の圧電体層44および第2の圧電体層54の電極対向部分にエネルギー閉じ込め型の共振子が形成される。特に、図2に示すような構造の圧電フィルタ10の場合、厚み縦振動もしくは厚みすべり振動の2倍波を用い、共振で生じる振動の節の位置に圧電体層44, 54を配置することで、共振で生じる振動による影響が少なくなり、良好な特性を有する圧電フィルタとすることができます。

【0018】なお、図1および図2に示される圧電フィルタ10は、1段のラダーフィルタであるが、このような回路を複数個継続接続したラダーフィルタとしてもよい。この場合、直列接続される圧電共振子が2個以上積み重ねられ、また、並列接続される圧電共振子も2個以上積み重ねることができ、全ての圧電共振子を個別に形成した場合に比べて、素子の小型化を図ることができ。この場合、n次( $n=1, 2, \dots$ 整数)の厚み縦振動もしくは厚みすべり振動を用い、共振により生じる振動の節の位置に圧電体層を配置することにより、良好な特性を有する圧電フィルタ10を得ることができます。

【0019】また、図3に示すように、π型の圧電フィルタ10を形成することもできる。この圧電フィルタ10では、入力端18と出力端20との間に、直列の圧電共振子60が接続される。また、入力端18が圧電共振子62を介して接地され、出力端20が圧電共振子64を介して接地される。

【0020】このような圧電フィルタ10の構造として、図4に示すように、基板30上に形成された誘電体層38上に、電極70が形成される。電極70は、孔34側の端部から孔36の中央部に対応する位置まで延びるように形成される。電極70および誘電体層38上に

は、第1の圧電体層72が形成される。第1の圧電体層72上には、2つの電極74, 76が形成される。一方の電極74は、孔34の中央部に対応する位置に形成される。また、他方の電極76は、孔36の中央部に対応する位置から第1の圧電体層72の端部に引き出されるように形成される。したがって、孔34の中央部に対応する位置では、第1の圧電体層72を挟んで電極70, 74が対向するように形成される。また、孔36の中央部に対応する位置では、第1の圧電体層72を挟んで電極70, 76が対向するように形成される。

【0021】さらに、電極74, 76および第1の圧電体層72の上には、誘電体層78が形成される。この誘電体層78上には、孔36の中央部に対応する位置に電極80が形成される。この電極80は、誘電体層78の端部を通って電極76に接続される。そして、孔36の中央部に対応する位置において、電極80および誘電体層78の上には、第2の圧電体層82が形成される。さらに、孔36の中央部に対応する位置において、第2の圧電体層82上に電極84が形成される。したがって、第2の圧電体層82を挟んで、電極80, 84が対向するように形成される。そして、第2の圧電体層82および電極84上に、誘電体層86が形成される。

【0022】このような構造の圧電フィルタ10では、電極70が入力端18として用いられ、電極74, 84が出力端20として用いられる。また、電極76, 80が、接地用として用いられる。このような圧電フィルタ10においても、並列に接続される圧電共振子62, 64が積み重ねられた構造となっているため、小型の素子とすることができます。

【0023】このような圧電フィルタ10においても、厚み縦振動もしくは厚みすべり振動の2倍波を用い、圧電体層72, 82を共振で生じる振動の節の位置に配置することにより、良好な特性の圧電フィルタを得ることができる。また、π型ラダーフィルタとしてもよい。この場合も、前述同様、直列接続あるいは並列接続された共振子を2個以上積み重ねることができ、個別に形成するよりも小型化を図ることができる。また、この場合、n次モードの厚み縦振動もしくは厚みすべり振動を用い、各圧電体層を共振で生じる振動の節の位置に配置することが好ましい。以上、T型、π型ラダーフィルタの例を示したが、n段( $n=1, 2, \dots$ 整数)のL型ラダーフィルタにおいても、直列接続あるいは並列接続された圧電共振子を積み重ねてもよい。

【0024】また、図5に示すように、T型の圧電フィルタ10において、直列側の圧電共振子12, 14および並列側の圧電共振子16のそれぞれが、複数の共振子の直列回路で構成されてもよい。もちろん、複数の共振子による直列回路になっていない圧電共振子も混在してもよい。また、複数の共振子の直列回路だけでなく、並列

回路も混在してかまわない。この圧電フィルタ10では、圧電共振子12が2つの共振子12a, 12bで構成され、圧電共振子14が2つの共振子14a, 14bで構成され、圧電共振子16が2つの共振子16a, 16bで構成されている。

【0025】このような圧電フィルタ10の構造として、図6に示すように、基板30に3つの孔90, 92, 94が形成される。これらの孔90, 92, 94を覆うようにして、基板30上に誘電体層38が形成される。孔90, 92, 94に対応する位置において、誘電体層38上には、電極96, 98, 100が形成される。これらの電極96, 98, 100上および誘電体層38の上には、第1の圧電体層102、第2の圧電体層104および第3の圧電体層106が形成される。

【0026】第1の圧電体層102、第2の圧電体層104、第3の圧電体層106上には、それぞれ電極108, 110, 112が形成される。これらの電極108, 110, 112と電極96, 98, 100とは、それぞれ孔90, 92, 94の中央部に対応する位置において、圧電体層102, 104, 106を介して対向するように形成される。

【0027】さらに、電極108, 110, 112および圧電体層102, 104, 106の上には、誘電体層114, 116, 118が形成される。これらの誘電体層114, 116, 118上には、それぞれ電極120, 122, 124が形成される。これらの電極120, 122, 124のそれぞれは、誘電体層114, 116, 118の側面を通って、電極108, 110, 112に接続される。

【0028】また、電極120, 122, 124および誘電体層114, 116, 118の上には、第4の圧電体層126、第5の圧電体層128および第6の圧電体層130が形成される。さらに、これらの圧電体層126, 128, 130上には、電極132, 134, 136が形成される。これらの電極132, 134, 136と電極120, 122, 124とは、それぞれ孔90, 92, 94の中央部に対応する位置において、圧電体層126, 128, 130を介して対向するように形成される。そして、3つの電極132, 134, 136が、互いに接続される。

【0029】このような圧電フィルタ10では、電極96が入力端18として用いられ、電極100が出力端と20として用いられる。また、電極98が、接地用として用いられる。このような圧電フィルタ10においては、直列側の圧電共振子12を構成する2つの共振子12a, 12bが孔90上に形成され、圧電共振子14を構成する2つの共振子14a, 14bが孔94上に形成される。また、並列側の圧電共振子16を構成する圧電共振子16a, 16bが孔92上に形成される。

【0030】このような圧電フィルタ10では、各振

子12a, 12b, 14a, 14b, 16a, 16bを個別の孔の上に形成した場合に比べて、共振子形成部のスペースを1/2にすることができる。このように、複数の共振子でラダー回路の直列側および並列側の圧電共振子を構成する場合においても、複数の共振子を積み重ねることによって、小型の素子とすることができる。

【0031】なお、T型のラダー回路の直列側および並列側の圧電共振子を複数の共振子で構成する場合、図7に示すように、複数の共振子を並列に接続することにより、各圧電共振子12, 14, 16を構成してもよい。

もちろん、圧電共振子12, 14, 16のいずれか1つ以上が複数の共振子による並列回路にならない圧電共振子も混在してよい。また、複数の共振子の並列回路だけでなく、直列回路も混在してよい。さらに、π型のラダー回路においても、各圧電共振子60, 62, 64を複数の共振子60a, 60b, 62a, 62b, 64a, 64bで構成することができる。この場合、図8に示すように、複数の共振子を直列に接続することによって各圧電共振子60, 62, 64を構成してもよいし、

図9に示すように、複数の共振子を並列に接続することによって各圧電共振子60, 62, 64を構成してもよい。このようなπ型ラダー回路を有する圧電フィルタ10であっても、それぞれの圧電共振子60, 62, 64を構成する複数の共振子を積み重ねることにより、小型の圧電フィルタとすることができます。このように、複数の共振子で各圧電共振子を形成する場合、それぞれの圧電共振子を構成する複数の共振子の共振周波数をわずかに異なるようにすると、それぞれの共振子のスプリアスの位置（周波数）がわずかにずれるために、これらの共振子を接続すると、見かけ上、圧電共振子のスプリアスを小さくすることができる。

【0032】このような複数の共振子で圧電共振子を構成した圧電フィルタ10においても、厚み縦振動もしくは厚みすべり振動の2倍波を用い、圧電体層102, 104, 106, 126, 128, 130を共振で生じる振動の節の位置に配置することにより、良好な特性の圧電フィルタを得ることができる。また、T型ラダー回路またはπ型ラダー回路を複数個縦続接続し、複数段の圧電フィルタとしてもよいことは言うまでもない。また、積み重ねられた2個以上の共振子で圧電共振子を構成する場合、n次モード（n=1, 2, ..., 整数）の厚み縦振動もしくは厚みすべり振動を用い、各圧電体層を共振で生じる振動の節の位置に配置することが好ましい。

【0033】これらの厚み縦振動もしくは厚みすべり振動のn次モードを利用した圧電フィルタ10において、圧電体層を介して対向する電極の平面形状が円形または円形を内包する任意の形状であって、円形の半径をr、電極の対向部における圧電体の厚みをtとしたとき、半径rが、 $r \geq 20t/n$ の範囲にあることが好ましい。

【0034】圧電体層に対向電極を形成した圧電共振子

では、インピーダンスの周波数特性において、円形の電極の半径を  $r$ 、電極対向部の圧電体層の厚みを  $t$  としたとき、 $r/t$  が小さくなるほど主振動とスプリアス振動とが離れていき、 $r/t$  が大きくなるほどスプリアス振動が主振動に接近することがわかっている。従来は、電極径を小さくすることにより、主振動からスプリアス振動を離すようにしていたが、この圧電フィルタ10では、電極径を十分に大きくすることにより、主振動の近傍にスプリアス振動を集中させることにより、主振動の周波数において確実に共振させようとするものである。

【0035】このように、電極径を大きくすることにより、インピーダンスを小さくすることができ、しかも、主振動の近傍にスプリアス振動が集中するため、主振動の周波数において確実に共振させることができる。このような効果を得ることができる電極の半径  $r$  は、電極の対向部の圧電体層の厚みを  $t$  とし、 $n$  次モード ( $n = 1, 2, \dots$  整数) の振動を用いる場合、 $r \geq 20t/n$  の範囲にあれば上述のような効果が得られることが実験的に確かめられた。

#### 【0036】

【発明の効果】この発明によれば、圧電共振子のラダー回路を用いた圧電フィルタにおいて、一部の圧電共振子を積み重ねた構造とすることにより、小型の圧電フィルタとすることができます。このとき、厚み縦振動または厚みすべり振動の  $n$  次モード ( $n = 1, 2, \dots$  整数) を使用し、圧電共振子の圧電体層を共振によって生じる振動の節の位置に配置することにより、良好な特性を有する圧電フィルタとすることができます。また、電極の半径を  $r$ 、電極の対向部の圧電体層の厚みを  $t$  とし、 $n$  次モード ( $n = 1, 2, \dots$  整数) の振動を用いる場合、 $r \geq 20t/n$  の範囲とすることにより、スプリアス振動の影響の少ない良好な特性を有する圧電フィルタとすることができます。さらに、圧電共振子を複数の共振子で形成し、それぞれの共振子の共振周波数をわずかにずらすことにより、圧電共振子のスプリアスを小さくすることができ、スプリアスの影響の少ない圧電フィルタとすることができます。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の圧電フィルタの一例を示す回路図である。

【図2】図1に示す圧電フィルタの構造を示す断面図解図である。

【図3】この発明の圧電フィルタの他の例を示す回路図である。

#### 【図4】図3に示す圧電フィルタの構造を示す断面図解

図である。

【図5】T型ラダー回路を用いた圧電フィルタにおいて、各圧電共振子を2つの直列共振子で構成した例を示す回路図である。

【図6】図5に示す圧電フィルタの構造を示す断面図解図である。

【図7】T型ラダー回路を用いた圧電フィルタにおいて、各圧電共振子を2つの並列共振子で構成した例を示す回路図である。

10 【図8】π型ラダー回路を用いた圧電フィルタにおいて、各圧電共振子を2つの直列共振子で構成した例を示す回路図である。

【図9】π型ラダー回路を用いた圧電フィルタにおいて、各圧電共振子を2つの並列共振子で構成した例を示す回路図である。

【図10】この発明の背景となる圧電フィルタの一例を示す回路図である。

【図11】図10に示す圧電フィルタの従来の構造の一例を示す断面図解図である。

#### 20 【符号の説明】

10 圧電フィルタ

12, 14, 16 圧電共振子

30 基板

32, 38, 48, 50, 58 誘電体層

34, 36 孔

40, 42, 46, 52, 56 電極

44 第1の圧電体層

54 第2の圧電体層

60, 62, 64 圧電共振子

30 70, 74, 76, 80, 84 電極

72 第1の圧電体層

78, 86 誘電体層

82 第2の圧電体層

96, 98, 100 電極

102 第1の圧電体層

104 第2の圧電体層

106 第3の圧電体層

108, 110, 112 電極

114, 116, 118 誘電体層

40 120, 122, 124 電極

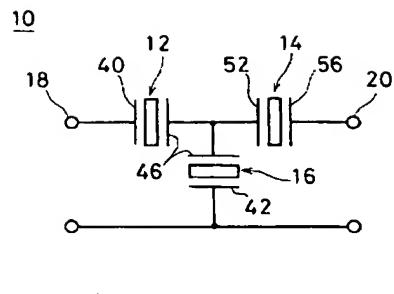
126 第4の圧電体層

128 第5の圧電体層

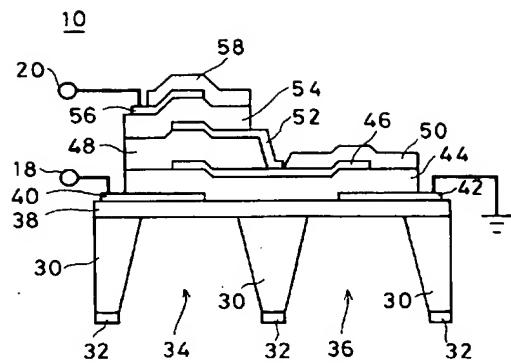
130 第6の圧電体層

132, 134, 136 電極

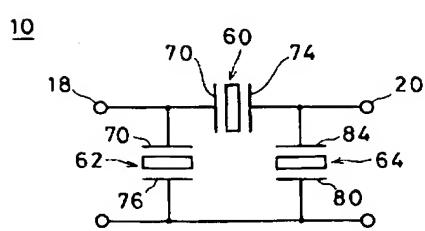
【図1】



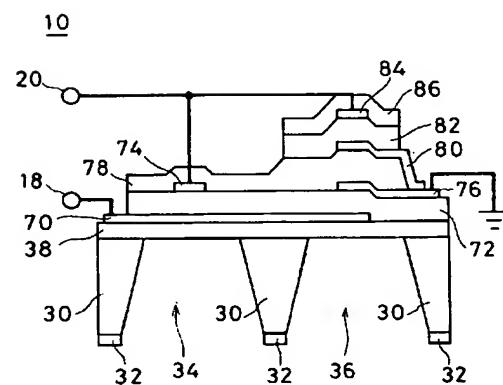
【図2】



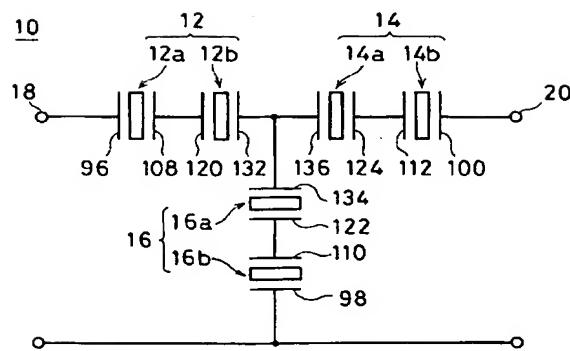
【図3】



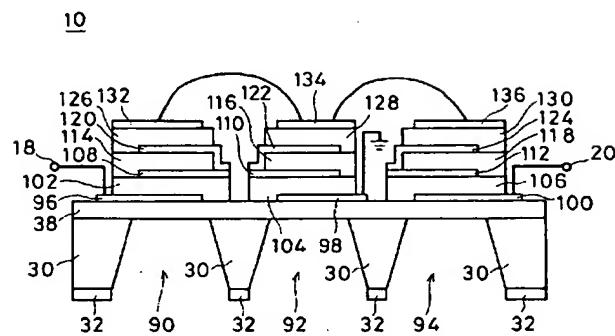
【図4】



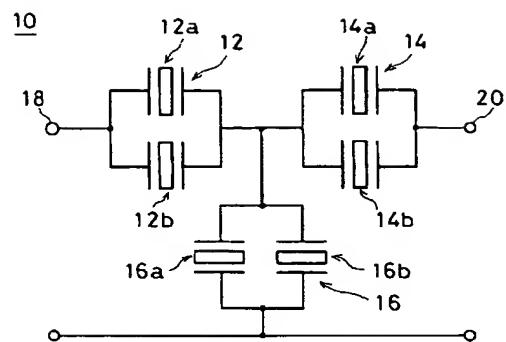
【図5】



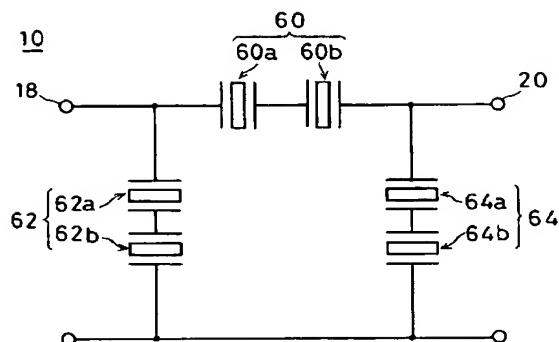
【図6】



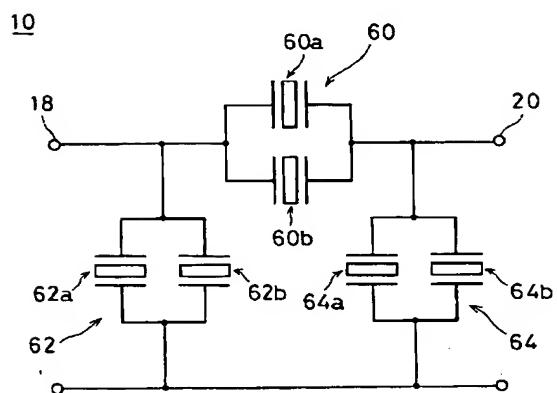
【図7】



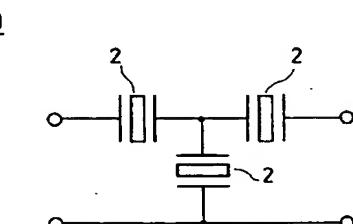
【図8】



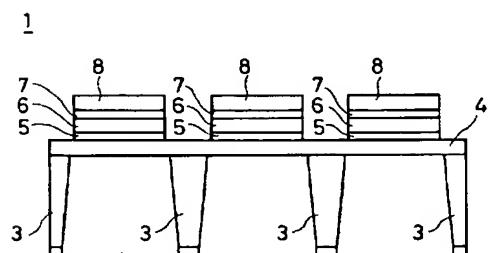
【図9】



【図10】



【図11】



\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

Bibliography

---

- (19) [Publication country] Japan Patent Office (JP)  
(12) [Kind of official gazette] Open patent official report (A)  
(11) [Publication No.] JP, 2002-217676, A (P2002-217676A)  
(43) [Date of Publication] August 2, Heisei 14 (2002. 8.2)  
(54) [Title of the Invention] A piezo-electric filter  
(51) [The 7th edition of International Patent Classification]  
H03H 9/54  
9/17  
9/205  
[FI]  
H03H 9/54 A  
9/17 F  
9/205  
[Request for Examination] Un-asking.  
[The number of claims] 8  
[Mode of Application] OL  
[Number of Pages] 8  
(21) [Application number] Application for patent 2001-8515 (P2001-8515)  
(22) [Filing date] January 17, Heisei 13 (2001. 1.17)  
(71) [Applicant]  
[Identification Number] 000006231  
[Name] Murata Manufacturing Co., Ltd.  
[Address] 2-26-10, Tenjin, Nagaokakyo-shi, Kyoto  
(72) [Inventor(s)]  
[Name] Shibata Akihiko  
[Address] 2-26-10, Tenjin, Nagaokakyo-shi, Kyoto Inside of Murata  
Manufacturing Co., Ltd.  
(72) [Inventor(s)]  
[Name] Takeuchi Masaki  
[Address] 2-26-10, Tenjin, Nagaokakyo-shi, Kyoto Inside of Murata

Manufacturing Co., Ltd.

(74) [Attorney]

[Identification Number] 100079577

[Patent Attorney]

[Name] Okada Zenkei

[Theme code (reference)]

5J108

[F term (reference)]

5J108 AA07 BB04 BB07 CC01 DD01 DD02 DD06 DD07 DD08 FF02 FF04 JJ01

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JP0 and NCIPI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
  2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
  3. In the drawings, any words are not translated.
- 

Epitome

---

(57) [Abstract]

[Technical problem] Even if the number of stages of a ladder increases, the piezo-electric filter which can be made small is obtained.

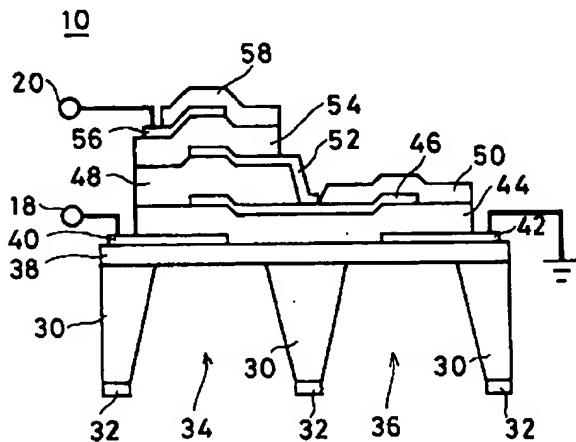
[Means for Solution] The piezo-electric filter 10 contains the substrate 30 which has holes 34 and 36. On the dielectric layer 38 formed on the substrate 30, electrodes 40 and 42 and the 1st piezo electric crystal layer 44 are formed. An electrode 46 is formed on the 1st piezo electric crystal layer 44, and electrodes 40 and 42 are made to counter.

Dielectric layers 48 and 50 are formed on the 1st piezo electric crystal layer 44 and an electrode 46. In the location corresponding to a hole 34, sequential formation of an electrode 52, the 2nd piezo electric crystal layer 54, an electrode 56, and the dielectric layer 58 is carried out on a dielectric layer 48. Series connection of the piezo resonator containing the 1st piezo electric crystal layer 44 and the 2nd piezo electric crystal layer 54 which were accumulated on the hole 34 is carried out, parallel connection of the piezo resonator containing the

1st piezo electric crystal layer 44 formed on the hole 36 is carried out, and the piezo-electric filter which has T mold ladder is formed.

---

[Translation done.]



---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the piezo-electric filter with which it has the structure where were the piezo-electric filter which connected two or more piezo resonators using thickness longitudinal oscillation or thickness skid vibration to the ladder mold, and said each piezo resonator has the structure where the electrode was formed in both sides of a piezo electric crystal, and said a part of two or more piezo resonators [ at least 2 or more sets of ] were accumulated in the thickness direction.

[Claim 2] The piezo-electric filter according to claim 1 which is a piezo-electric filter formed by carrying out cascade connection of the ladder of said piezo resonator, and has the structure where at least two or more of said piezo resonators which constitute said ladder of said piezo resonator by the side of a serial were accumulated.

[Claim 3] The piezo-electric filter according to claim 1 which is a piezo-electric filter formed by carrying out cascade connection of the ladder of said piezo resonator, and has the structure where at least two or more of said piezo resonators which constitute said ladder of said piezo resonator by the side of juxtaposition were accumulated.

[Claim 4] The piezo-electric filter according to claim 1 to 3 with which it consisted of combination of the resonator of plurality at least one or more of said piezo resonator by the side of a serial among said piezo resonators which constitute said ladder, and at least two or more of the resonators were accumulated.

[Claim 5] The piezo-electric filter according to claim 1 to 4 with which it consisted of combination of the resonator of plurality at least one or more of said piezo resonator by the side of juxtaposition among said piezo resonators which constitute said ladder, and at least two or more of the resonators were accumulated.

[Claim 6] Said piezo resonator is a piezo-electric filter according to claim 1 to 5 which is the piezo resonator which used the higher mode of thickness longitudinal oscillation or thickness skid vibration, and has been arranged so that said piezo electric crystal may include the location of the knot of vibration.

[Claim 7] Said piezo resonator is a piezo resonator using the n-th mode (n is the natural number) of thickness longitudinal oscillation or thickness skid vibration. That the flat-surface configuration of said electrode which counters through said piezo electric crystal is circular, or when it is the configuration of the arbitration which connotes a round shape and thickness of said piezo electric crystal [ in / for said circular radius / r and the opposite section of said electrode ] is set to t, The piezo-electric filter according to claim 1 to 6 characterized by said radius r being in the range of  $r \geq 20 t/n$ .

[Claim 8] The piezo-electric filter according to claim 4 or 5 characterized by at least two or more resonance frequency of two or more resonators which constitute said each piezo resonator differing slightly.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to the piezo-electric filter which connected two or more piezo resonators to the ladder mold about a piezo-electric filter.

[0002]

[Description of the Prior Art] When forming the piezo-electric filter 1 using a piezo resonator, as shown in drawing 10, two or more piezo resonators 2 are connected to a ladder mold at a serial and juxtaposition. In this case, two or more piezo resonators 2 are formed according to the individual on one substrate 3, as shown in drawing 11. That is, a dielectric layer 4 is formed on a substrate 3, and two or more electrodes 5 are formed on a dielectric layer 4. And the piezo electric crystal layer 6 is formed on these electrodes 5, and another electrode 7 is further formed on the piezo electric crystal layer 6. And a dielectric layer 8 is formed on an electrode 7, and two or more piezo resonators 2 are formed on a substrate 2. These piezo resonators 2 are connected to a ladder mold as shown in drawing 10, and the piezo-electric filter 1 is constituted.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when a piezo-electric filter is formed using such a piezo resonator, it is necessary to form on a substrate a number of piezo resonators which constitute a piezo-electric filter. Therefore, there was a problem that a component was enlarged, so that the number of stages of a ladder increased.

[0004] So, even if the number of stages of the main purpose of this invention of a ladder increases, it is offering the piezo-electric filter which can be made small.

[0005]

[Means for Solving the Problem] This invention is the piezo-electric filter which connected two or more piezo resonators using thickness longitudinal oscillation or thickness skid vibration to the ladder mold, and each piezo resonator is a piezo-electric filter with which it has the structure where the electrode was formed in both sides of a piezo electric crystal, and a part of two or more piezo resonators have the structure accumulated in the thickness direction at least 2 or more sets. In such a piezo-electric filter, it is the piezo-electric filter formed by carrying out cascade connection of the ladder of a piezo resonator, and can consider as the structure where at least two or more of the piezo resonators which constitute a ladder of the piezo resonator by the side of a serial were accumulated. Moreover, it is the piezo-electric filter formed by carrying out cascade connection of the ladder of a piezo resonator, and is good also as structure where at least two or more of the piezo resonators which constitute a ladder of the piezo resonator by the side of juxtaposition were accumulated. Furthermore, it is good also as structure where consisted of combination of the resonator of plurality at least one or more of the piezo resonator by the side of a serial among the piezo resonators which constitute a ladder, and at least two or more of the resonators were accumulated. Moreover, it is good also as structure where consisted of combination of the resonator of plurality at least one or more of the piezo resonator by the side of juxtaposition among the piezo resonators which constitute a ladder, and at least two or more of the resonators were accumulated. Furthermore, in such a piezo-electric filter, a piezo resonator is a piezo resonator which used the higher mode of thickness longitudinal oscillation or thickness skid vibration, and it is desirable to be arranged so that a piezo electric crystal may include the location of the knot of vibration. Moreover, in such a piezo-electric filter, a piezo resonator is a piezo resonator using the n-th mode (n is the natural number) of thickness longitudinal oscillation or thickness skid vibration, it is the configuration of the arbitration which connotes a round shape, and when thickness of a piezo electric crystal [ in / for a circular radius / r and the opposite section of an electrode ] is set to t, it is desirable [ a piezo resonator ] that the flat-surface configuration of the electrode which counters through a piezo electric crystal is circular, or that a radius r is in the range of  $r \geq 20t/n$ . Furthermore, you may make it at least two or more resonance frequency of two or more resonators which constitute each piezo resonator from two or more resonators in the piezo-electric filter which constituted the piezo resonator by the side of a serial and the piezo resonator by the side of

juxtaposition differ slightly.

[0006] By accumulating 2 or more sets of piezo resonators in the thickness direction, superficial magnitude of a substrate can be made small compared with the case where all piezo resonators are arranged according to an individual on a flat surface. For example, with the piezo-electric filter which carried out cascade connection of the T mold ladder, the piezo resonator by the side of a serial is accumulated among the piezo resonators which constitute T mold ladder. Moreover, with the piezo-electric filter which carried out cascade connection of the pi mold ladder, the piezo resonator by the side of juxtaposition is accumulated among the piezo resonators which constitute pi mold ladder. Furthermore, in T mold ladder or pi mold ladder, at least one or more can be constituted from two or more resonators of the piezo resonator by the side of a serial, or the piezo resonator by the side of juxtaposition, and at least two or more of the resonators can be accumulated and formed in that case. By arranging so that the location of the knot of vibration by the piezo electric crystal may be included as a piezo resonator using what used the higher mode of thickness longitudinal oscillation or thickness skid vibration, effect of vibration produced by resonance can be made small, and the piezo-electric filter which has a good property can be obtained. In the piezo resonator in which the counterelectrode was formed to both sides of a piezo electric crystal, in the frequency characteristics of an impedance, when thickness of the piezo electric crystal of  $r$  and the electrode opposite section is set to  $t$  for the radius of a circular electrode, it turns out that principal vibration and spurious vibration separate, so that  $r/t$  becomes small, and spurious vibration approaches principal vibration, so that  $r/t$  becomes large. Then, you are going to make it resonate certainly in the frequency of principal vibration by centralizing spurious vibration near the principal vibration by enlarging the diameter of an electrode enough. When using vibration of the  $n$ -th mode at this time, it can be made to resonate certainly in the frequency of principal vibration by considering as the range of  $r \geq 20t/n$ . In addition, when each of the piezo resonator by the side of a serial or the piezo resonator by the side of juxtaposition is constituted from two or more resonators, you may make it the resonance frequency of those resonators differ slightly.

[0007] The above-mentioned purpose of this invention, the other purposes, the description, and an advantage will become still clearer from detailed explanation of the gestalt of implementation of the following invention performed with reference to a drawing.

[0008]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is the circuit diagram showing an example of the piezo-electric filter of this invention. The piezo-electric filter 10 contains two piezo resonators 12 and 14 by which series connection was carried out. The connection of these piezo resonators 12 and 14 is grounded through another piezo resonator 16. And a piezo resonator 12 is connected to the input edge 18, a piezo resonator 16 is connected to an outgoing end 20, and the piezo-electric filter 10 of T mold is constituted.

[0009] Such a piezo-electric filter 10 contains the {100} Si substrate 30, as shown in drawing 2 . A dielectric layer 32 is formed in the one direction of a substrate 30, and holes 34 and 36 are formed in a dielectric layer 32 and a substrate 30. Furthermore, all over the another side side of a substrate 30, as holes 34 and 36 are covered, a dielectric layer 38 is formed.

[0010] Two electrodes 40 and 42 are formed on a dielectric layer 38. One electrode 40 is formed so that it may extend on a hole 34 from the end side of a substrate 30. Moreover, the electrode 42 of another side is formed so that it may extend on a hole 36 from the other end side of a substrate 30. On these electrodes 40 and 42 and a dielectric layer 38, the 1st piezo electric crystal layer 44 is formed. The 1st piezo electric crystal layer 44 is formed so that hole 34 and 36 top may be covered.

[0011] An electrode 46 is formed on the 1st piezo electric crystal layer 44. An electrode 46 is formed so that the location corresponding to the center section of the holes 34 and 36 may be connected. Therefore, in the location corresponding to the center section of the hole 34, it is formed so that electrodes 40 and 46 may counter on both sides of the 1st piezo electric crystal layer 44. Moreover, in the location corresponding to the center section of the hole 36, it is formed so that electrodes 42 and 46 may counter on both sides of the 1st piezo electric crystal layer 44.

[0012] Furthermore, a dielectric layer 48 is formed on the 1st piezo electric crystal layer 44 and an electrode 46 on a hole 34. Moreover, a dielectric layer 50 is formed on the 1st piezo electric crystal layer 44 and an electrode 46 on a hole 36. An electrode 52 is formed on a dielectric layer 48, and this electrode 52 is connected to an electrode 46 among dielectric layers 48 and 50.

[0013] On an electrode 52, the 2nd piezo electric crystal layer 54 is formed. Furthermore, an electrode 56 is formed on the 2nd piezo electric crystal layer 54. And in the location corresponding to the center

section of the hole 34, it is formed so that electrodes 52 and 56 may counter on both sides of the 2nd piezo electric crystal layer 54.

Moreover, a dielectric layer 58 is formed on an electrode 56.

[0014] As an ingredient of dielectric layers 32, 38, 48, 50, and 58, SiO<sub>2</sub>, SiN, Pyrex (trademark), an alumina, etc. are used, for example. Moreover, as an ingredient of the piezo electric crystal layers 44 and 54, ZnO, AlN, barium titanate, titanic-acid lead zirconate, etc. are used, for example. Moreover, as an ingredient of electrodes 40, 42, 46, 52, and 56, aluminum, Au, Ag, Cu, etc. are used, for example. Holes 34 and 36 are formed by removing some substrates 30 by approaches, such as anisotropic etching and RIE. Thus, the piezo resonator of diaphragm structure is formed on a hole 34 and 36, the electrode opposite section turns into the oscillating section, and it vibrates with the resonance frequency corresponding to the thickness of the oscillating section.

[0015] With this piezo-electric filter 10, an electrode 40 is used as an input edge 18, an electrode 56 is used as an outgoing end 20, and an electrode 42 is used as an object for touch-down. By considering as such structure, the piezo-electric filter 10 of T mold as shown in drawing 1 is formed. With the piezo-electric filter 10 of the structure shown in drawing 2, the piezo resonators 12 and 14 to which series connection of the T mold circuit was carried out are formed so that it may be put on a hole 34.

[0016] When a piezo-electric filter as shown in drawing 1 using the piezo resonator of the conventional diaphragm mold was formed, three holes were formed in the substrate, the piezo resonator was formed on each hole, and it connected with the ladder mold. Since it is formed so that the piezo resonators 12 and 14 by which series connection was carried out with this piezo-electric filter 10 to it may be accumulated, three piezo resonators 12, 14, and 16 can be formed on two holes 34 and 36. Therefore, compared with the conventional piezo-electric filter, it can consider as two thirds of chip sizes.

[0017] In the case of such a piezo-electric filter 10 of structure, thickness longitudinal oscillation or thickness skid vibration is used, and the resonator of energy \*\*\*\*\* type is formed in the electrode opposite parts of the 1st piezo electric crystal layer 44 and the 2nd piezo electric crystal layer 54. In the case of the piezo-electric filter 10 of structure as especially shown in drawing 2, by arranging the piezo electric crystal layers 44 and 54 in the location of the knot of vibration produced in resonance using 2 double wave of thickness longitudinal oscillation or thickness skid vibration, the effect by vibration produced in resonance decreases, and it can consider as the

piezo-electric filter which has a good property.

[0018] In addition, although the piezo-electric filter 10 shown in drawing 1 and drawing 2 is one step of ladder filter, it is good also as a ladder filter which carried out cascade connection of two or more such circuits. In this case, two or more piezo resonators to which parallel connection of the two or more piezo resonators by which series connection is carried out is accumulated and carried out can also be accumulated, and the miniaturization of a component can be attained compared with the case where all piezo resonators are formed according to an individual. In this case, the piezo-electric filter 10 which has a good property can be obtained by arranging a piezo electric crystal layer in the location of the knot of vibration produced by resonance using the n-th thickness longitudinal oscillation (n= 1, 2, ... integer) or thickness skid vibration.

[0019] Moreover, as shown in drawing 3 , the piezo-electric filter 10 of pi mold can also be formed. With this piezo-electric filter 10, the serial piezo resonator 60 is connected between the input edge 18 and an outgoing end 20. Moreover, the input edge 18 is grounded through a piezo resonator 62, and an outgoing end 20 is grounded through a piezo resonator 64.

[0020] As structure of such a piezo-electric filter 10, as shown in drawing 4 , an electrode 70 is formed on the dielectric layer 38 formed on the substrate 30. An electrode 70 is formed so that it may extend from the edge by the side of a hole 34 to the location corresponding to the center section of the hole 36. On an electrode 70 and a dielectric layer 38, the 1st piezo electric crystal layer 72 is formed. Two electrodes 74 and 76 are formed on the 1st piezo electric crystal layer 72. One electrode 74 is formed in the location corresponding to the center section of the hole 34. Moreover, the electrode 76 of another side is formed so that it may be pulled out by the edge of the 1st piezo electric crystal layer 72 from the location corresponding to the center section of the hole 36. Therefore, in the location corresponding to the center section of the hole 34, it is formed so that electrodes 70 and 74 may counter on both sides of the 1st piezo electric crystal layer 72. Moreover, in the location corresponding to the center section of the hole 36, it is formed so that electrodes 70 and 76 may counter on both sides of the 1st piezo electric crystal layer 72.

[0021] Furthermore, a dielectric layer 78 is formed on electrodes 74 and 76 and the 1st piezo electric crystal layer 72. An electrode 80 is formed in the location corresponding to the center section of the hole 36 on this dielectric layer 78. This electrode 80 is connected to an

electrode 76 through the edge of a dielectric layer 78. And in the location corresponding to the center section of the hole 36, the 2nd piezo electric crystal layer 82 is formed on an electrode 80 and a dielectric layer 78. Furthermore, in the location corresponding to the center section of the hole 36, an electrode 84 is formed on the 2nd piezo electric crystal layer 82. Therefore, the 2nd piezo electric crystal layer 82 is pinched, and it is formed so that electrodes 80 and 84 may counter. And a dielectric layer 86 is formed on the 2nd piezo electric crystal layer 82 and an electrode 84.

[0022] With such a piezo-electric filter 10 of structure, an electrode 70 is used as an input edge 18, and electrodes 74 and 84 are used as an outgoing end 20. Moreover, electrodes 76 and 80 are used as an object for touch-down. Also in such a piezo-electric filter 10, since it has the structure where the piezo resonators 62 and 64 connected to juxtaposition were accumulated, it can consider as a small component.

[0023] Also in such a piezo-electric filter 10, the piezo-electric filter of a good property can be obtained by arranging the piezo electric crystal layers 72 and 82 in the location of the knot of vibration produced in resonance using 2 double wave of thickness longitudinal oscillation or thickness skid vibration. Moreover, it is good also as a piezo-electric filter which carried out cascade connection of two or more pi mold ladders. Also in this case, like the above-mentioned, series connection or two or more resonators by which parallel connection was carried out can be accumulated, and a miniaturization can be attained rather than it forms according to an individual. Moreover, it is desirable to arrange each piezo electric crystal layer in this case in the location of the knot of vibration produced in resonance using the thickness longitudinal oscillation in the n-th mode or thickness skid vibration. As mentioned above, although the example of T mold and pi mold ladder filter was shown, also in n steps (n= 1, 2, -- integer) of L type ladder filters, series connection or the piezo resonator by which parallel connection was carried out may be accumulated.

[0024] Moreover, as shown in drawing 5, in the piezo-electric filter 10 of T mold, each of the piezo resonators 12 and 14 by the side of a serial and the piezo resonator 16 by the side of juxtaposition may consist of series circuits of two or more resonators. Of course, the piezo resonator which is not a series circuit by two or more resonators may also be intermingled. Moreover, not only the series circuit of two or more resonators but a parallel circuit may be intermingled. A piezo resonator 12 consists of two resonators 12a and 12b, a piezo resonator

14 consists of two resonators 14a and 14b, and the piezo resonator 16 is constituted from this piezo-electric filter 10 by two resonators 16a and 16b.

[0025] As structure of such a piezo-electric filter 10, as shown in drawing 6, three holes 90, 92, and 94 are formed in a substrate 30. As these holes 90, 92, and 94 are covered, a dielectric layer 38 is formed on a substrate 30. In the location corresponding to holes 90, 92, and 94, electrodes 96 and 98, 100 are formed on a dielectric layer 38. On these electrodes 96, 98, 100, and a dielectric layer 38, the 1st piezo electric crystal layer 102, the 2nd piezo electric crystal layer 104, and the 3rd piezo electric crystal layer 106 are formed.

[0026] On the 1st piezo electric crystal layer 102, the 2nd piezo electric crystal layer 104, and the 3rd piezo electric crystal layer 106, an electrode 108, 110, 112 is formed, respectively. In the location corresponding to the center section of the holes 90, 92, and 94, these electrode 108, 110, 112 and electrodes 96 and 98, 100 are formed, respectively so that it may counter through the piezo electric crystal layer 102, 104, 106.

[0027] Furthermore, a dielectric layer 114, 116, 118 is formed on an electrode 108, 110, 112 and the piezo electric crystal layer 102, 104, 106. On these dielectric layers 114, 116, 118, an electrode 120, 122, 124 is formed, respectively. Each of these electrodes 120, 122, 124 passes along the side face of a dielectric layer 114, 116, 118, and is connected to an electrode 108, 110, 112.

[0028] Moreover, on an electrode 120, 122, 124 and a dielectric layer 114, 116, 118, the 4th piezo electric crystal layer 126, the 5th piezo electric crystal layer 128, and the 6th piezo electric crystal layer 130 are formed. Furthermore, an electrode 132, 134, 136 is formed on these piezo electric crystal layers 126, 128, 130. In the location corresponding to the center section of the holes 90, 92, and 94, these electrodes 132, 134, 136 and electrodes 120, 122, 124 are formed, respectively so that it may counter through the piezo electric crystal layer 126, 128, 130. And three electrodes 132, 134, 136 of each other are connected.

[0029] With such a piezo-electric filter 10, an electrode 96 is used as an input edge 18, and an electrode 100 is used as an outgoing end and 20. Moreover, an electrode 98 is used as an object for touch-down. In such a piezo-electric filter 10, two resonators 12a and 12b which constitute the piezo resonator 12 by the side of a serial are formed on a hole 90, and two resonators 14a and 14b which constitute a piezo resonator 14 are formed on a hole 94. Moreover, the piezo resonators 16a and 16b which constitute the piezo resonator 16 by the side of juxtaposition are

formed on a hole 92.

[0030] With such a piezo-electric filter 10, the tooth space of the resonator formation section can be set to one half compared with the case where each resonators 12a, 12b, 14a, 14b, 16a, and 16b are formed on the hole according to individual. Thus, when it constitutes the piezo resonator by the side of the serial of a ladder, and juxtaposition from two or more resonators, it can consider as a small component by accumulating two or more resonators.

[0031] In addition, when it constitutes the piezo resonator by the side of the serial of the ladder of T mold, and juxtaposition from two or more resonators, as shown in drawing 7, each piezo resonators 12, 14, and 16 may be constituted by connecting two or more resonators to juxtaposition. Of course, the piezo resonator from which any one or more are not a parallel circuit by two or more resonators of piezo resonators 12, 14, and 16 may also be intermingled. Moreover, not only the parallel circuit of two or more resonators but a series circuit may be intermingled. Furthermore, also in the ladder of pi mold, each piezo resonators 60, 62, and 64 can consist of two or more resonators 60a, 60b, 62a, 62b, 64a, and 64b. In this case, as shown in drawing 8, by connecting two or more resonators to a serial, each piezo resonators 60, 62, and 64 may be constituted, and as shown in drawing 9, each piezo resonators 60, 62, and 64 may be constituted by connecting two or more resonators to juxtaposition. Even if it is the piezo-electric filter 10 which has such a pi mold ladder, it can consider as a small piezo-electric filter by accumulating two or more resonators which constitute each piezo resonator 60, 62, and 64. Thus, if the resonance frequency of two or more resonators which constitute each piezo resonator is made to differ slightly when forming each piezo resonator by two or more resonators, since the spurious location (frequency) of each resonator will shift slightly, if these resonators are connected, it can make spurious one of a piezo resonator small seemingly.

[0032] Also in the piezo-electric filter 10 which constituted the piezo resonator from such two or more resonators, the piezo-electric filter of a good property can be obtained by arranging the piezo electric crystal layers 102, 104, and 106, 126, 128, 130 in the location of the knot of vibration produced in resonance using 2 double wave of thickness longitudinal oscillation or thickness skid vibration. Moreover, cascade connection of two or more T mold ladders or pi mold ladders is carried out, and it cannot be overemphasized that it is good also as two or more steps of piezo-electric filters. Moreover, when it constitutes a piezo resonator from two or more accumulated resonators, it is desirable to

arrange each piezo electric crystal layer in the location of the knot of vibration produced in resonance using the thickness longitudinal oscillation in the n-th mode ( $n= 1, 2, \dots$  integer) or thickness skid vibration.

[0033] In the piezo-electric filter 10 using the n-th mode of such thickness longitudinal oscillation or thickness skid vibration, it is the configuration of the arbitration which connotes a round shape, and when thickness of a piezo electric crystal [ in / for a circular radius /  $r$  and the opposite section of an electrode ] is set to  $t$ , it is desirable that the flat-surface configuration of the electrode which counters through a piezo electric crystal layer is circular, or that a radius  $r$  is in the range of  $r \geq 20t/n$ .

[0034] In the piezo resonator which formed the counterelectrode in the piezo electric crystal layer, in the frequency characteristics of an impedance, when thickness of the piezo electric crystal layer of  $r$  and the electrode opposite section is set to  $t$  for the radius of a circular electrode, it turns out that principal vibration and spurious vibration separate, so that  $r/t$  becomes small, and spurious vibration approaches principal vibration, so that  $r/t$  becomes large. Although he was trying to separate spurious vibration from principal vibration by making the diameter of an electrode small, you are going to make it resonate certainly in the frequency of principal vibration by centralizing spurious vibration near the principal vibration by enlarging the diameter of an electrode enough with this piezo-electric filter 10 conventionally.

[0035] Thus, an impedance can be made small by enlarging the diameter of an electrode, and moreover, since spurious vibration concentrates near the principal vibration, it can be made to resonate certainly in the frequency of principal vibration. When the radius  $r$  of the electrode which can acquire such effectiveness set thickness of the piezo electric crystal layer of the opposite section of an electrode to  $t$ , and vibration of the n-th mode ( $n= 1, 2, \dots$  integer) was used, and it was in the range of  $r \geq 20 t/n$ , it was confirmed experimentally that the above effectiveness is acquired.

[0036]

[Effect of the Invention] According to this invention, in the piezo-electric filter using the ladder of a piezo resonator, it can consider as a small piezo-electric filter by considering as the structure which accumulated a part of piezo resonators. At this time, it can consider as the piezo-electric filter which has a good property by using the n-th mode ( $n= 1, 2, \dots$  integer) of thickness longitudinal oscillation or

thickness skid vibration, and arranging the piezo electric crystal layer of a piezo resonator in the location of the knot of vibration produced by resonance. Moreover, when setting thickness of the piezo electric crystal layer of  $r$  and the opposite section of an electrode to  $t$  for the radius of an electrode and using vibration of the  $n$ -th mode ( $n = 1, 2, \dots$  integer), it can consider as the piezo-electric filter which has a good property with little effect of spurious vibration by considering as the range of  $r \geq 20t/n$ . Furthermore, by forming a piezo resonator by two or more resonators, and shifting the resonance frequency of each resonator slightly, spurious one of a piezo resonator can be made small and it can consider as a piezo-electric filter with little effect of spurious one.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
  2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
  3. In the drawings, any words are not translated.
- 

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the circuit diagram showing an example of the piezo-electric filter of this invention.

[Drawing 2] It is the sectional view solution Fig. showing the structure of the piezo-electric filter shown in drawing 1 .

[Drawing 3] It is the circuit diagram showing other examples of the piezo-electric filter of this invention.

[Drawing 4] It is the sectional view solution Fig. showing the structure of the piezo-electric filter shown in drawing 3 .

[Drawing 5] In the piezo-electric filter using T mold ladder, it is the circuit diagram showing the example which constituted each piezo resonator from two series resonance children.

[Drawing 6] It is the sectional view solution Fig. showing the structure of the piezo-electric filter shown in drawing 5 .

[Drawing 7] In the piezo-electric filter using T mold ladder, it is the

circuit diagram showing the example which constituted each piezo resonator from two parallel resonance children.

[Drawing 8] In the piezo-electric filter using pi mold ladder, it is the circuit diagram showing the example which constituted each piezo resonator from two series resonance children.

[Drawing 9] In the piezo-electric filter using pi mold ladder, it is the circuit diagram showing the example which constituted each piezo resonator from two parallel resonance children.

[Drawing 10] It is the circuit diagram showing an example of the piezo-electric filter used as the background of this invention.

[Drawing 11] It is the sectional view solution Fig. showing an example of the conventional structure of the piezo-electric filter shown in drawing 10 .

[Description of Notations]

10 Piezo-electric Filter

12, 14, 16 Piezo resonator

30 Substrate

32, 38, 48, 50, 58 Dielectric layer

34 36 Hole

40, 42, 46, 52, 56 Electrode

44 1st Piezo Electric Crystal Layer

54 2nd Piezo Electric Crystal Layer

60, 62, 64 Piezo resonator

70, 74, 76, 80, 84 Electrode

72 1st Piezo Electric Crystal Layer

78 86 Dielectric layer

82 2nd Piezo Electric Crystal Layer

96 98, 100 Electrode

102 1st Piezo Electric Crystal Layer

104 2nd Piezo Electric Crystal Layer

106 3rd Piezo Electric Crystal Layer

108, 110, 112 Electrode

114, 116, 118 Dielectric layer

120, 122, 124 Electrode

126 4th Piezo Electric Crystal Layer

128 5th Piezo Electric Crystal Layer

130 6th Piezo Electric Crystal Layer

132, 134, 136 Electrode

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JP0 and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

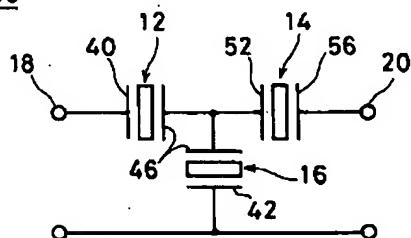
---

DRAWINGS

---

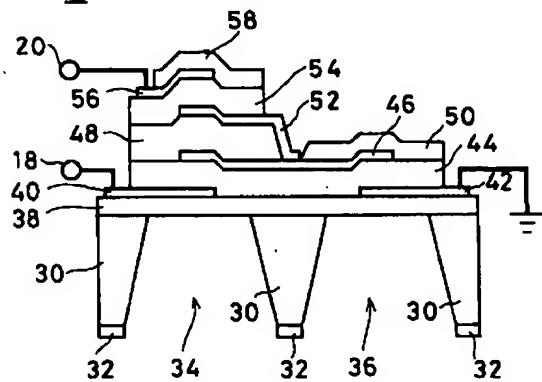
[Drawing 1]

10



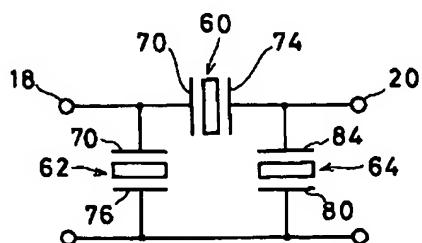
[Drawing 2]

10



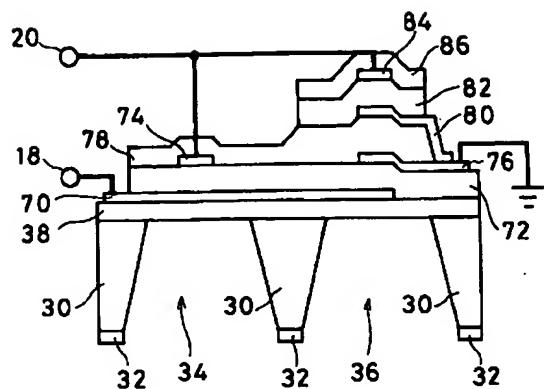
[Drawing 3]

10

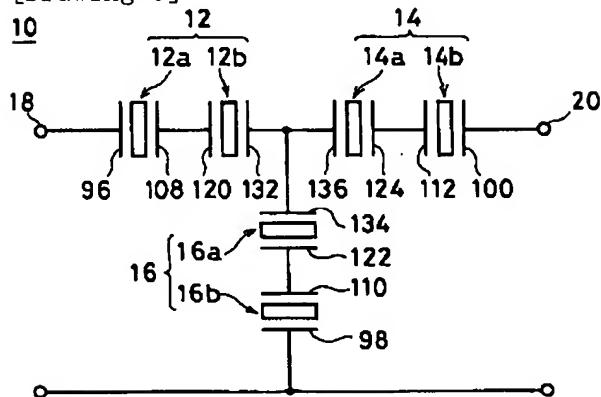


[Drawing 4]

10

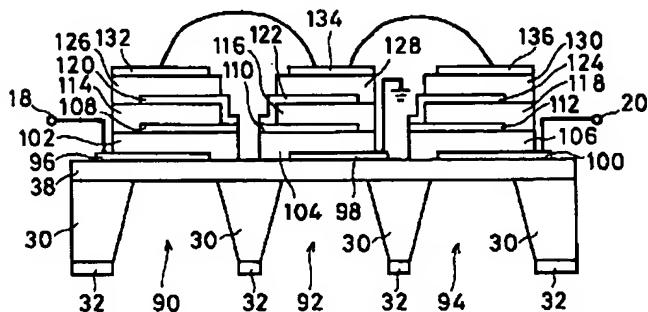


[Drawing 5]

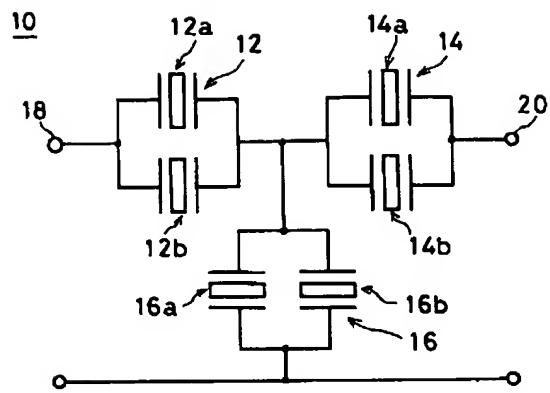


[Drawing 6]

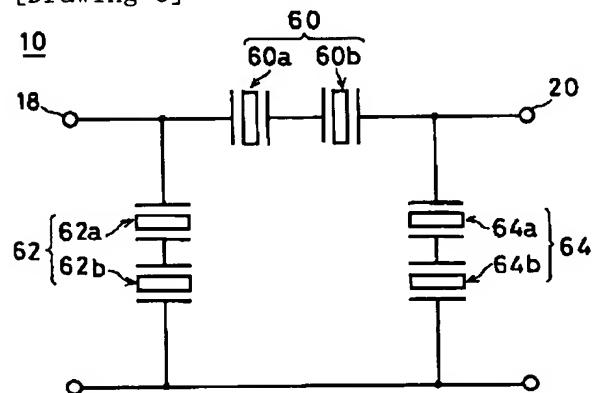
10



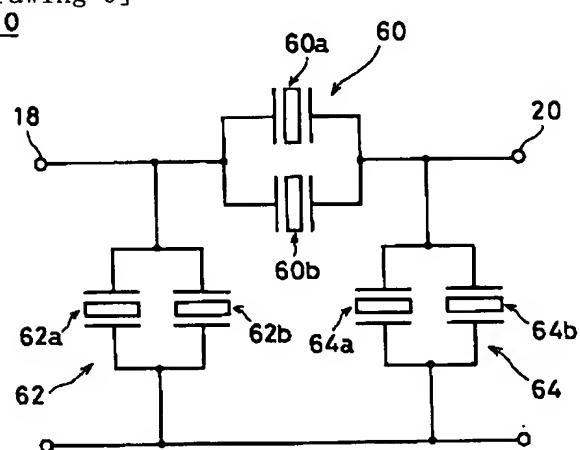
[Drawing 7]



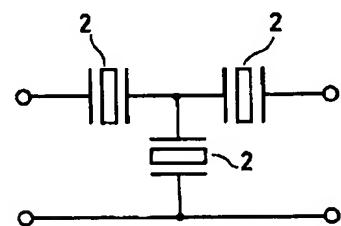
[Drawing 8]



[Drawing 9]

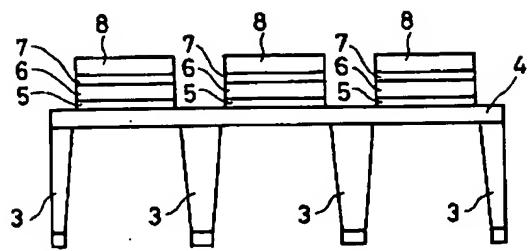


[Drawing 10]



[Drawing 11]

1



---

[Translation done.]